

- Pintner, Th., 1880, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers, mit besonderer Berücksichtigung der Tetrabothrien und Tetrarhynchen. Arb. Zool. Inst. Wien Bd. III. Hft. II.
- Reisinger, E., 1922, Untersuchungen über Bau und Funktion des Excretionsapparates bei rhabdocölen Turbellarien. Zool. Anz. Bd. LIV. Nr. 9/10.
- Schneider, A., 1873, Untersuchungen über Plathelminthen. 14. Jahrb. d. Oberhessischen Ges. f. Natur- u. Heilkunde.
- Shephard, J., 1899, On the structure of the vibratile tags or flame cell in Rotifera. Proc. Roy. Soc. Victoria (N.S.) vol. XI.
- Vogt, C. u. Yung, E., 1888, Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Bd. I. Braunschweig.

4. Die Encystierung von *Cercaria tuberculata* Fil.

Von Dr. W. Wunder.

(Assistent am Zool. Institut Rostock.)

(Mit 4 Figuren.)

Eingeg. 5. November 1922.

Wohl zum erstenmal wurde die Encystierung einer Cercarie im Jahre 1807 beobachtet und in einer Abhandlung von Nitzsch beschrieben, die den Titel führt: »Seltsame Lebens- und Todesart eines bisher unbekanntes Wasserthierchens«. Unter den späteren Forschern redet Steenstrup von dem Abstreifen einer Haut, während Siebold »Die Verpuppung der Cercarien durch Ausschwitzen eines Saftes« beschreibt. Ercolani und Filippi bringen zum erstenmal die Seitendrüsen¹ einiger Cercarien in Beziehung zur Encystierung, und auch Leuckart betrachtet sie beim Leberegel als Bildungsstätten für das Cystensecret der Cercarie. Von andern Autoren, z. B. Schwarze, werden die Stacheldrüsen für die Lieferung der Encystierungsmasse verantwortlich gemacht. In neuerer Zeit beschreibt Loos für *Amphistomum subclaratum* und Ssinizin für *Cercaria prima* Hautdrüsen auf der ganzen Körperoberfläche als Materialdepots für die Encystierung, und letzterer nimmt bei *Cercaria micrura* gar Teile des Excretionssystems dafür in Anspruch. In einer früheren Arbeit spreche ich selbst von einem Quellen der am

¹ Zwei Arten von Drüsen, ähnlich zu beiden Seiten des Körpers gelegen, finden wir bei den Cercarien. Es sind dies einmal die Seitendrüsen, dichtgedrängte, durch ihr Körnchensecret undurchsichtige Zellmassen, ohne erkennbaren Ausführungsgang bei den sich frei encystierenden Trematoden (*Cercaria monostomi*, *imbricata*, *distomi hepatici*, *tuberculata*), dann die Stacheldrüsen, helle, aus Einzelzellen mit deutlichem Ausführungsgang bestehende Gebilde bei den stachelführenden in einen nächsten Wirt eindringenden Cercarien (*Cercariae ornatae* und *armatae*). Während die ersten, wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt wird, das Encystierungssecret liefern, wird in den letztgenannten ein Secret geliefert, das zur Auflösung des Chitinpanzers des nächsten Wirtes Verwendung findet, wie in einer demnächst erscheinenden Arbeit gezeigt werden soll.

weitesten außen gelegenen Körperschicht der encystierungsreifen *C. monostomi*. Betrachtet man diese verschiedenen Darstellungen, so ist die Frage, ob vielleicht tatsächlich bei den einzelnen Cercarienarten die Encystierung so verschieden verläuft, oder wie sich sonst die voneinander abweichenden Auffassungen erklären lassen. Beobachtungen an einem besonders günstigen Objekt, *C. tuberculata* Fil. aus *Bithynia tentaculata* L., führten zwar nicht zum Verständnis aller physiologischen Einzelheiten des Encystierungsvorganges bei den Cercarien, sie lassen jedoch sehr wohl die oben erwähnten verschiedenen Auffassungen verstehen, und es soll deshalb das Ergebnis der Untersuchung auf den folgenden Zeilen dargelegt werden. Die Beobachtungen wurden angestellt im Zool. Institut der Universität Rostock, und ich fühle mich Herrn Prof. v. Frisch zu großem Dank für seine große Liebenswürdigkeit und sein reges Interesse verpflichtet.

C. tuberculata Fil. fand ich in *Bithynia tentaculata* L. aus einem Tümpel der Umgegend Rostocks, woselbst ungefähr die Hälfte der nur vereinzelt vorkommenden Schnecken stark mit den Parasiten infiziert war.

Zunächst müssen einige Angaben über die Trematoden gemacht werden.

Cercarie: Körper lang: 0,204—0,408 mm
 breit: 0,082—0,143 -
 Schwanz lang: 0,204—0,408 -
 breit: 0,048 mm.

Durchmesser des Mundsaugnapfes: 0,115 mm,
 - - Bauchsaugnapfes: 0,069 mm.

Körperoberfläche mit kleinen Stacheln dicht besetzt, Excretionsblase deutlich, Bohrstachel fehlt, Körper durch seitliche Drüsen undurchsichtig.

Fig. 1.

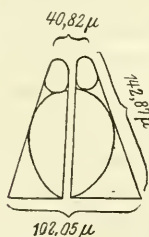


Fig. 2.

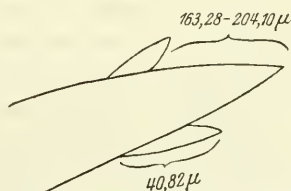


Fig. 1. Schematische Maßangabe am Vorderende der Redie von *Cercaria tuberculata*.

Fig. 2. Schematische Maßangabe am Hinterende der Redie von *C. tuberculata*.

Redie: bis zu 1,02 mm lang, mit zwei Seitenzipfeln. Junge Tiere 0,102 mm breit, ältere dicker, z. B. 0,510 mm lang, 0,163 mm breit. Die Redien können sich stark kontrahieren und so verdicken und verkürzen. Der Darm durchsetzt das Tier bis zur Abzweigung der Zipfel. (Fig. 1 u. 2.)

Ich nenne das Tier *Cercaria tuberculata* Fil., da zu dieser von Filippi unzureichend beschriebenen Art die von mir gefundenen Anhaltspunkte für die Bestimmung passen, und zwar sind es folgende:

Bithynia tentaculata L. als Wirt; bei der Cercarie Größenunterschied zwischen Mund- und Bauchsaugnapf und Seitendrüsen des Körpers; bei der Redie Ringwulst nahe dem Vorderende und Darm bis zu den beiden seitlichen Fortsätzen am Hinterende reichend.

Die Cercarien schwärmen nur sehr kurze Zeit, höchstens eine Stunde lang umher. Meistens encystieren sie sich sehr bald nach dem Verlassen der Schnecke. Sie suchen die Wasseroberfläche und die Spitzen der Wasserpflanzen (*Elodea canadensis*) auf, um sich unter den dicht zusammengedrängten Blättchen der Sproßspitze einzukapseln. Die Tiere encystieren sich jedoch auch auf dem Objektträger, und man kann so sehr gut die Einzelheiten unter dem Mikroskop beobachten.

Bevor ich an die Schilderung der Encystierung gehe, müssen wir jedoch die sie vorbereitenden Vorgänge im Innern des Cercarienkörpers betrachten. Befreit man die Tiere künstlich aus der Schnecke, so kapseln sie sich nur schwer oder gar nicht ein. Aus ihren Encystierungsversuchen kann man jedoch verstehen, wie der normale Vorgang verläuft. Bei einem noch nicht encystierungsreifen Tier erscheint die äußere Körperregion (bestehend aus »Cuticula« und darunter liegenden Parenchymzellen) hell und durchsichtig und hebt sich deutlich ab von der dunkeln, bei auffallendem Licht weißlichen Masse der Seitendrüsen. Kommt das Tier aus dem Körpersaft des Wirtes plötzlich durch künstlichen Eingriff ins Wasser, so sind die vorbereitenden Prozesse für die Einkapselung oft noch nicht abgelaufen, sie werden jedoch angebahnt und, wenn es möglich ist, durchgeführt. Man kann bei starker Vergrößerung dann beobachten, wie sich zunächst das Gewebe um die Seitendrüsen und schließlich die ganze, nach außen gelegene Zelllage des Körpers nach und nach mit den Tröpfchen aus den Seitendrüsen füllt. Von hier gelangt die Cystenmasse in die »Cuticula«, die ebenfalls von ihr vollständig durchsetzt wird. Der Vorgang verläuft bei den auf oben beschriebene Weise erhaltenen Tieren langsam, und man kann sehen, wie das von dem Materialdepot weit entfernt liegende Gewebe des Mundsaugnapfes erst langsam sein Secret bekommt, wenn an den Seiten des Körpers die »Cuticula« schon längst damit versorgt ist.

Bei dem Vorgang ist es vollkommen unverständlich, wie die Cystentröpfchen von den Seitendrüsen aus in das Gewebe und schließlich in die »Cuticula« eindringen können. Obwohl kanälchenartige Bildungen bei andern Trematoden beschrieben und auch schon von

mir selbst gesehen worden sind, wage ich sie nicht in Beziehung zu diesem Vorgang zu bringen, da ich sie hier nicht beobachtete.

Bei den schwärmreifen Cercarien ist der oben geschilderte Vorgang vollkommen durchgeführt, bei frühzeitig befreiten wird er nur eingeleitet, und das Tier geht unter Quellung der Oberfläche vielfach schon zugrunde, wenn erst geringe Teile seines Körpers nach außen so »imprägniert« sind. Bei der Encystierung selbst treten nun bei *C. tuberculata* nicht etwa Körnchen oder Tröpfchen von dem Secret aus der Oberfläche des Tieres hervor, wie man es nach Leuckarts Schilderung für die Cercarie des Leberegels annehmen muß, sondern das Secret erfüllt nun alle Zellen der Oberfläche sowie die »Cuticula« gleichmäßig. Die Tröpfchen werden durch wellenförmige Bewegungen des Tieres gleichsam zusammengeknetet, und beim Einleiten der Encystierung sind sie zu einer Masse zusammengeflossen, die dann auch völlig homogen austritt.

Bei *C. tuberculata* Fil. erkennt man daran, daß sich das Tier encystieren will, daß es sich dann der Unterlage anpreßt, wobei sich der Körper stark abflacht und nach den Seiten vergrößert. Die Fläche, die er so bedeckt, ist viel größer als in gewöhnlichem Zustand. Es ist noch zu erwähnen, daß der Körper nun rundliche Form annimmt und nur der Schwanz der Unterlage nicht angepreßt sich bewegt. An ihm geht auch die erste bedeutendere, äußerlich gut sichtbare Veränderung vor sich. Wenn nun bei der folgenden Schilderung genau die Zeit angegeben wird, so sei vorausbemerkt, daß vom ersten Augenblick des Festsetzens gerechnet ist bei einem freischwärmenden, encystierungsreifen Tier. Die Angaben teilen die Durchschnittszeit nach vielen Messungen bei einer Wassertemperatur von ungefähr 20° C, Mitte September nachmittags beobachtet, mit. Die Zeitangaben haben hier deshalb einen Sinn, weil sich der Vorgang mit großer Regelmäßigkeit so abspielt.

Nach einer halben Minute etwa verdünnt sich die Ansatzstelle des Schwanzes. Es fällt hier das Gewebe, von der Seite her einsinkend, zu einem kettchenartigen Gebilde zusammen, das schließlich den Bewegungen des Schwanzes nicht mehr standhält und durchreißt. Es ist hier dieser Vorgang wohl dadurch bedingt, daß durch das Vordringen der Cystenmasse in das Gewebe am Ende des Tieres der Zusammenhang an dieser präformierten Bruchstelle unterbunden wird. Hier klemmt also nicht die frei von außen den Schwanzansatz umfließende Cystenmasse wie bei *C. monostomi* den Schwanz gleichsam ab, sondern das Vordringen der Cystenmasse im Innern des Körpergewebes veranlaßt das Abreißen des Schwanzes, noch bevor die Hülle abgeschieden ist. Nachdem die Körperoberfläche des fest-

sitzenden Tieres etwa 1 Minute lang wellenförmige Bewegungen ausgeführt und so das Drüsensecret ausgepreßt (im Körperinnern) und zurecht geknetet hat, tritt mit einem Mal die Masse an der ganzen Körperoberfläche aus (Fig. 3 u. 4). Die Cercarie zieht sich nach ihrer Mitte zusammen und bildet, indem die Masse aus dem äußeren Gewebe ausfließt und erstarrt, ihre Außenfläche vollkommen nach. So ist vorn der Mundsaugnapf, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, mit einer Einsenkung in der Mitte deutlich nachgebildet, hinten erkennt man die Einbuchtung an der Stelle des Schwanzansatzes. Da sich nun das Tier hauptsächlich von der Seite her nach der Mitte zusammenzieht, so ist die Schicht ringsherum auch am mächtigsten. Weil sich aber auf diese Weise der Körper verdickt, wird die obere Lage, die auch offenbar in geringerem Maße abgeschieden wurde, stark aus-

Fig. 3.

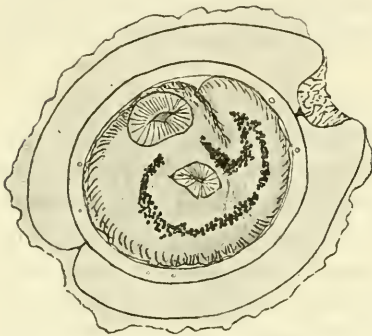


Fig. 3. $\frac{1}{2}$ verkleinert. Leitz, Ocul. 1, Obj. 7. Abbe, Zeichenapparat. *C. tuberculata* encystiert. Ansicht von oben. Schichtenfolge von außen nach innen: 1) Kittlamelle, 2) Halteschicht, 3) Schutzschicht.

Fig. 4.



Fig. 4. $\frac{1}{2}$ verkleinert. Leitz, Ocul. 1, Obj. 7. Abbe, Zeichenapparat. *C. tuberculata* Fil. Seitenansicht der Cyste eines schon längere Zeit encystierten Tieres. Die gleichmäßige innere Schicht ist die Schutzschicht, die Halteschicht überzieht sie und befestigt sie an der Unterlage und läuft an ihren Rändern in die Kittlamelle aus.

gedehnt und verdünnt. Nach unten erfolgt, wie aus der Seitenansicht der Cyste Fig. 4 zu ersehen ist, nur eine minimale Abscheidung von Cystensubstanz in dieser Lage. Die Ränder der äußeren Cysten-hülle quellen in Berührung mit dem Wasser auf und fließen als dünne Masse mit unregelmäßiger Begrenzungslinie noch weiter heraus, um dann zu erstarren. So schließt sich die Cyste der Unterlage mit allen ihren Unebenheiten aufs engste an. An der Stelle des Mundsaugnapfes fehlt dieser quellende Saum (Fig. 3). Was nun die Aufgabe des bis jetzt gebildeten Teiles der Cyste betrifft, so dient er ohne Zweifel der engen Befestigung des Tieres auf der Unterlage und überdeckt das Tier wie ein Uhrschälchen, während die Ränder noch besonders fest die Cyste ankitten. Hat die Abscheidung der Hülle begonnen, so ist außerordentlich rasch die erste Lage gebildet.

Das Tier verharrt noch einige Zeit ohne sich zu bewegen am gleichen Fleck. Nach $3\frac{1}{4}$ — $3\frac{1}{2}$ Minuten treten in großer Zahl Excretkörnchen, die die beiden Hauptstämme des Wassergefäßsystems füllen, durch den Excretionsporus aus und kommen so zwischen das Tier und die bisher abgeschiedene Cystenwand zu liegen. Zugleich beginnt auch die Cercarie ihre Lage zu ändern, indem sie sich innerhalb der Hülle dreht. Nach $4\frac{1}{2}$ Minuten befand sich in einem Fall der Mundsaugnapf des Tieres dort, wo in der Cystenhülle das Hinterende nachgebildet war. Bei den Drehungen der Cercarie innerhalb der Hülle bewegen sich die austretenden Excretkörnchen zunächst mit. Das von der ganzen Körperoberfläche weiterhin abgegebene Secret wird von dem Tier der Wandung angepreßt und bildet anfangs eine mehrlagige Schicht, mit der schließlich die Excretkörnchen verkleben und bei den Drehungen an der Wand liegen bleiben. Nach 11 Minuten wurde das Stillliegen der Körnchen zum erstenmal beobachtet. Während nun weiterhin Cystenmasse abgesehen und durch die Bewegungen des Tieres angedrückt wird, hört zunächst die Abscheidung der Excretkörnchen auf. Erst nach 33 Minuten, als schon die früheren vollkommen in die Wandung eingebacken und in der nun homogen erscheinenden Masse verschwunden waren, erschien z. B. in einem Falle neues Excretmaterial, dem es ebenso wie dem früheren erging. Diese zweite innere Hülle ist viel fester als die äußere erste, wie sich bei Versuchen, sie unter der Lupe zu zerpuffen, zeigt. Sie dient offensichtlich zum Schutz des Tieres. Allseitig umgibt sie gleichmäßig den Körper. Es ist nun die Frage, ob die Festigkeit der Hülle lediglich auf die vielen, immer wieder durch Drehungen des Tieres zusammengepreßten Lagen von Cystenmasse zurückzuführen ist, oder ob die mitverschmolzenen Excretkörnchen eine wesentliche Rolle dabei spielen. Wäre das letztere der Fall, so sollte man denken, daß die ganze, dem Körper offenbar unnütze Excretmasse so recht gut zum Schutze des Tieres Verwendung finden könne. Dies ist jedoch nicht der Fall, sondern selbst bei den ältesten beobachteten Cysten war immer noch deutlich im Innern des Tieres eine große Menge konzentrisch geschichteter Excretkörnchen sichtbar. Es erweckt also fast den Anschein, als ob hier das Austreten des Excretmaterials mehr accessorischer Natur und lediglich durch das immer stärkere Zusammenkauern des Distomum innerhalb der Cyste bedingt sei. Das gleichmäßige Verschmelzen mit der Innenwand und ihre viel größere Festigkeit der Außenhülle gegenüber spricht anderseits für eine Mitwirkung beim Schutz. Es seien noch kurz einige Angaben über die Mächtigkeit der einzelnen Schichten gemacht. Die Dicke der äußersten Lage mit unregelmäßiger Begrenzung, der Kitt-

lamelle, wie wir sie nennen können, beträgt maximal 0,024 mm, die der mächtigen Halteschicht, die ein Abbild des Körperrandes darstellt, ist vorn 0,03 mm, seitlich 0,018 mm, während die Mundsaugnapflücke vorn außen 0,045 mm, innen 0,03 mm mißt. Die Innenschicht, die wir als Schutzschicht bezeichnen können, endlich zeigt nach einigen Tagen eine Dicke von etwa 0,010 mm.

Was nun den nächsten Wirt des Trematoden anlangt, so konnte ich bis jetzt leider noch keine Untersuchungen darüber anstellen. Aus der eigenartigen Vorliebe der Cercarien für die Spitzen der Wasserpflanzen jedoch scheint hervorzugehen, daß unter den Tieren, welche diese abfressen, der Endwirt zu suchen ist. Es sei noch erwähnt, daß sich ältere Cysten vielleicht erst nach dem Tode des Trematoden durch Austrocknung von der Klebeschicht loslösen und zu Boden sinken können.

Denken wir nun zum Schluß noch einmal an die verschiedenen Auffassungen über die Encystierung bei den Cercarien, so trägt die obige Schilderung doch sicherlich zum Verständnis dieser Verwirrung etwas bei. Schließen wir zunächst die Stacheldrüsen aus, da sie bei Cercarien mit freier Encystierung nicht vorkommen, so finden wir in den Seitendrüsen die Materialdepots für die Cystenmasse (Ercolani, Filippi, Leuckart). Die von Loos und Ssinizin vertretene Auffassung von Hautdrüsen auf der ganzen Körperoberfläche erscheint nach dem Verhalten des austretenden Tröpfchensecrets ebenfalls verständlich. Ebenso kann man die älteste Auffassung einer Häutung wohl begreifen, wenn man bedenkt, daß die ganze Körperoberfläche nachgebildet wird. Von der Beteiligung des Excretionsystems bei dem Encystierungsvorgang war ebenfalls hier die Rede.

Daß auch beim Austreten der Cystenmasse bei *C. tuberculata* eine Quellung stattfindet, wurde oben erwähnt.

Bei den einzelnen Cercarienarten scheinen nun die Phasen der Cystenbildung nicht immer gleich deutlich und vollständig gleich zu verlaufen. Während z. B. bei *C. fasciolae hepaticae* das Secret noch in Körnchenform austritt und offenbar gar nicht aufquillt, fällt bei *C. monostomi* gerade die Quellung besonders auf, während wieder bei *C. tuberculata* die durch Zusammenziehung des Körpers ausgepreßte, die Oberfläche des Tieres nachbildende Schicht mehr hervortritt. Als Bildungsstätte für das Cystenmaterial dürfen wir bei den sich im Freien encystierenden Cercarien wohl allgemein die den Körper undurchsichtig machenden Seitendrüsen ansprechen.

Literaturverzeichnis.

- 1) Braun, M., Trematoden in Bronns Klassen und Ordnungen. 1879—1893.
- 2) Ercolani, G., Dell Adattamento Della Specie All' Ambiente. Nuove Ricerche Sulla Storia Genetica Dei Trematodi. Bologna 1881.
- 3) Filippi, Troisième mémoire pour souvenir à l'histoire génétique des Trématodes. Memorie della reale accademia delle scienze di Torino. Serie sec. tom. XVIII. 1859.
- 4) Leuckart, R., Zur Entwicklungsgeschichte des Leberegels. Zool. Anz. IV. Bd. 1881. S. 641—646.
- 5) — Zur Entwicklungsgeschichte des Leberegels. Zweite Mitteilung. Zool. Anz. V. Bd. 1882. S. 524—528.
- 6) — Die tierischen Parasiten des Menschen. 2. Aufl. 2. Abt. Leipzig 1886 bis 1901.
- 7) Loos, Über *Amphistomum subclavatum* und seine Entwicklung. Festschrift zum 70. Geburtstag Leuckarts. Leipzig 1892.
- 8) Lühe, Trematoden in Brauers Süßwasserfauna. Jena, G. Fischer, 1909.
- 9) Nitzsch, Seltsame Lebens- und Todesart eines bisher unbekanntes Wasser-tierchens. Georgia 1807. Nr. 33—36. Zitiert nach Braun.
- 10) Siebold, in Burdachs Physiologie. 2. Ausgabe. II. Bd. S. 187.
- 11) Ssinizin, Beiträge zur Naturgeschichte der Trematoden. Die Distomeen der Fische und Frösche aus der Umgegend Warschaws 1905. (Russisch.) Nach dem Referat im Zool. Centralbl. Bd. 13. 1906. S. 681—689.
- 12) Steenstrup, Über den Generationswechsel. Kopenhagen 1842.
- 13) Schwarze, Die postembryonale Entwicklung der Trematoden. Ztschr. f. wiss. Zool. 43. Bd. 1886.
- 14) Wunder, W., Bau, Entwicklung und Funktion des Cercarienschwanzes. Zool. Jahrb. Abt. Allgem. Zool. 1923.

5. Über die Blutaufnahme als Nahrung bei den Mallophagen.

Von Dr. A. Kotlán, Tierärztliche Hochschule Budapest.

Eingeg. 13. November 1922.

Strindberg hat vor einigen Jahren in seinem Artikel »Können die Mallophagen sich auch vom Blut ihrer Wirtstiere ernähren?« (diese Zeitschrift, Bd. 48, S. 228) über diese Frage einige Beobachtungen mitgeteilt, nach welchen anzunehmen ist, daß Repräsentanten der Gattungen *Nirmus* (*Ricinus*) und *Menopon* und, wie schon früher bekannt war, auch *Physostomum*, Blut als Nahrung aufnehmen können. Die betreffenden Angehörigen der ersten zwei Gattungen, auf welche sich seine Beobachtungen beziehen, also *Nirmus uncinosus* N. und *Menopon mesoleucum* N., wurden an geschossenen Wirten untersucht. Der Einwand, daß diese Mallophagen durch Be lecken der Schußwunden zum Blut gelangten, ist trotz der einleuchtenden Argumentierung des Verfassers dadurch nicht völlig widerlegt, daß die an demselben Wirte anwesenden übrigen Mallophagen (*Docophorus ocellatus* N.) nie Blut in ihrem Darm aufwiesen.